

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Чакмазян А. В. *Связность в нормальных расслоениях нормализованного подмногообразия V_m в R^n* // Итоги науки и техн. Пробл. геометрии. – М.: ВИНТИ, 1978. – Т. 10. – С. 55–74.
2. Шевченко Ю. И. *Оснащения центропроективных многообразий*. – Калининград: Калинингр. ун-т, 2000. – 113 с.
3. Кулешов А. В. *О совпадении и интерпретации связностей, индуцированных на семействе центрированных плоскостей* // Вестник РГУ им. И. Канта. – Калининград, 2009. – Вып. 10. – С. 112–119.

О. Е. Куркина, А. А. Куркин, А. Р. Гиниятуллин

*НИУ Высшая школа экономики, Нижегородский
государственный технический университет*

им. Р.Е. Алексеева

oksana.kurkina@mail.ru, aakurkin@gmail.com,

aginiyatullin@eias.ru

**О ПЕРЕНОСЕ ЧАСТИЦ
ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ УЕДИНЕННЫХ
ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН**

Нелинейные волновые движения в стратифицированных потоках характеризуются многомодовым составом и большим разнообразием режимов и форм: от распространяющихся и стоячих волн до локализованных (солитоноподобных и короткоживущих волн большой амплитуды), включая их всевозможные нелинейные суперпозиции. Точное описание возмущений большой амплитуды является наиболее практически важным,

поскольку интенсивные волны значимы не только из-за большой энергии, заключенной в них, но и из-за их нелинейной природы, делающей их динамику более сложной. Отдельного внимания в этом контексте заслуживают локализованные возмущения, которые в слабонелинейном пределе описываются фундаментальными неизлучающими решениями (солитонами и бризерами) соответствующих упрощенных моделей – эволюционных уравнений. Такие интенсивные внутренние возмущения необходимо наиболее детально исследовать как самостоятельно, так и в проекции на кинематические и динамические характеристики процессов их распространения, поскольку с точки зрения практики они являются важным источником сильных течений, вертикального перемешивания и эрозии дна, прохождение внутренних солибонов может приводить к стократному увеличению диффузии и перемешивания через термоклины [1], вносить вклад в создание сдвигов скорости и неустойчивости в придонном слое жидкости, важна их роль в процессах формирования рельефа дна [2], транспорта донных частиц и примесей на большие расстояния. Нестривидальным образом определяются и пространственно-временные распределения компонентов скорости и поля давления в жидкости при прохождении локализованных возмущений. Местоположение экстремумов в этих полях определяется номером вертикальной моды волны и может приходиться как на внутренние области жидкости, так и на дно и поверхность [3, 4]. Однако во многих прикладных задачах необходимо знать, как именно проявляются внутренние волны в формы стратификации плотности вод Мирового океана, и соответствующие кинематические и нелинейные характеристики длинных короткопериодных внутренних гравитационных волн доступны для просмотра

ра и моделирования режимов нелинейной динамики с использованием программного комплекса, разработанного с участием авторов [5 – 7]. Возможны, хотя и не типичны, стратификации с большим числом слоев, в частности, трехслойные профили плотности, которые могут формироваться в относительно мелких сильно стратифицированных эстуариях и шельфовых морях со слабым приливным воздействием. Тонкая структура поля плотности также может оказывать значительное влияние на нелинейные режимы динамики внутренних волн [8], значит, и на пространственное распределение поля скоростей частиц жидкости в течении, индуцированном волнами.

Представленные результаты получены в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009 – 2013 годы, а также при поддержке грантов Президента РФ для молодых российских ученых – докторов наук (МД-99.2010.5) и РФФИ (проект 10-05-00199).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Mak Kinnan J. A., Gregg M. C. *Mixing on the late-summer new England shelf-solibores, shear and stratification* // Preprint. AGU. – 1999. – No 4. – 19 p.
2. Reeder D. B., Ma B. B., Jang Yang Y. *Very large subaqueous sand dunes on the upper continental slope in the South China Sea generated by episodic, shoaling deep-water internal solitary waves* // Marine Geol. – 2011. – No 279 (12). – P. 12–18.
3. Vlasenko V., Brandt P., Rubino A. *Structure of large amplitude internal solitary waves* // J. Phys. Ocean. – 2000. – V. 30. – P. 2172–2185.
4. Рувинская Е. А., Куркина О. Е., Куркин А. А. *Исследования структуры уединенных внутренних волн большой амплитуды*

туды в трехслойной жидкости // Вестник МГОУ, серия "Физика - математика". – 2011. – № 2. – С. 61–74.

5. Тюгин Д. Ю., Куркина О. Е., Куркин А. А. Программный комплекс для численного моделирования внутренних гравитационных волн в мировом океане // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2011. – Т. 4. – № 2. – С. 32–44.

6. Тюгин Д. Ю., Куркина О. Е., Куркин А. А. Электронный атлас кинематических и нелинейных параметров внутренних гравитационных волн в Мировом океане // Датчики и системы. – 2011. – № 12.

7. Тюгин Д. Ю., Куркин А. А., Куркина О. Е. Разработка геоинформационной системы в составе программного комплекса для исследования внутренних гравитационных волн в мировом океане // Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XI межд. науч.-методич. конф. (10 – 11 февраля 2011 г.) Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2011. – С. 385–388.

8. Makarenko N. I., Maltseva J. L., Kazakov A. Yu. *Conjugate flows and amplitude bounds for internal solitary waves* // Nonlin. Processes Geophys. – 2009. – No 16. – P. 169–178 (www.nonlin-processes-geophys.net/16/169/2009/).